

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

**Bertram Gunzelmann**

Serial No.: 10/758,795

Filing Date: **January 16, 2004**

Title: **Method for Compensation for a Phase  
Error in a Reception and/or  
Transmission System Having An I/Q  
Interface**

§  
§  
§  
§  
§  
§  
§  
§  
§  
§  
§

Group Art Unit: **2184**

Examiner:

Attny. Docket No. **068758.0158**

Client Ref.: **I0238US/LG/pp**

Mail Stop Missing Parts  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

CERTIFICATE OF MAILING VIA EXPRESS MAIL

PURSUANT TO 37 C.F.R. § 1.10, I HEREBY CERTIFY THAT I HAVE INFORMATION AND A REASONABLE BASIS FOR BELIEF THAT THIS CORRESPONDENCE WILL BE DEPOSITED WITH THE U.S. POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL POST OFFICE TO ADDRESSEE, ON THE DATE BELOW, AND IS ADDRESSED TO:

MAIL STOP MISSING PARTS  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450  
ALEXANDRIA, VA 22313-1450

EXPRESS MAIL LABEL: EV449863816US  
DATE OF MAILING: APRIL 28, 2004

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Dear Sir:

We enclose herewith a certified copy of German patent application DE 101 36 071.1 which is the priority document for the above-referenced patent application.

Respectfully submitted,  
BAKER BOTTS L.L.P. (023640)

Date: April 28, 2004

By:

Andreas H. Grubert  
(Limited recognition 37 C.F.R. §10.9)  
One Shell Plaza  
910 Louisiana Street  
Houston, Texas 77002-4995  
Telephone: 713.229.1964  
Facsimile: 713.229.7764  
AGENT FOR APPLICANTS

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 36 071.1

**Anmeldetag:** 25. Juli 2001

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Kompensation eines Phasenfehlers eines Empfangs- und/oder Sendesystems mit I/Q-Schnittstelle

**IPC:** H 04 L 7/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Klostermeyer', written in a cursive style.

Klostermeyer

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Kompensation eines Phasenfeh-  
lers eines Empfangs- und/oder Sendesystems mit I/Q-Schnitt-  
5 stelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur  
Kompensation eines Phasenfehlers in einem Empfangs- und/oder  
Sendesystem mit I- und Q-Signalverarbeitungszweigen.

10

In Datenübertragungssystemen generell und insbesondere im Be-  
reich des Mobilfunks werden immer höhere Datenraten ange-  
strebt. Während die Mobilfunksysteme der zweiten Generation  
noch durch Datenraten im Bereich von 10kbit/s begrenzt waren,  
15 sind in Mobilfunksystemen der dritten Generation, beispiels-  
weise UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), Da-  
tenraten im Bereich von 2Mbit/s zu erreichen.

Eine Möglichkeit zur Erzielung höherer Datenraten besteht da-  
20 rin, zu höherstufigen Modulationsverfahren überzugehen. Ein  
Beispiel hierfür ist die Weiterentwicklung des GSM-(Global  
System for Mobile Communications-)Standard zum EDGE-(Enhanced  
Data Services for GSM Evolution-)Standard und der damit ver-  
bundene Übergang vom 2-stufigen GMSK-(Gaussian Minimum Shift  
25 Keying-)Modulationsverfahren zum 8-stufigen 8PSK-(Phase  
Shift-Keying-)Modulationsverfahren.

Durch den Übergang zu höherstufigen Modulationsverfahren er-  
höhen sich die Anforderungen an die Phasengenauigkeit der Si-  
30 gnalverarbeitung in den Inphase-(I-) und Quadratur-(Q-)Zwei-  
gen eines Empfangs- bzw. Sendesystems. Die I- und Q-Signal-  
zweige weisen idealerweise eine Phasenverschiebung von exakt  
90° zueinander auf.

35 Ein Chipsatz für ein Sende- und/oder Empfangssystem des  
GSM/UMTS-Standards besteht üblicherweise aus einem Basisband-  
Chip, der für die Basisband-Signalbearbeitung und die Analog-

zu-Digital- und Digital-zu-Analog-Wandlung verantwortlich ist, und einem Hochfrequenz-Chip, der empfangene Signale von der Trägerfrequenz in das Basisband bzw. zu sendende Signale vom Basisband in die Trägerfrequenz umsetzt. Die Frequenzumsetzung wird zur Erzeugung (im Falle eines Empfangssystems) bzw. zur Kombination (im Falle eines Sendesystems) der I- und Q-Signalkomponenten genutzt. Dabei kann die Schwierigkeit auftreten, dass bei dieser Umsetzung aufgrund Herstellungs- oder umweltbedingter Bauteiltoleranzen die vorgeschriebene Winkeldifferenz von  $90^\circ$  zwischen den I- und Q-Zweigen nicht exakt eingehalten wird.

Ein Phasenfehler im Empfangssystem verursacht eine Störung des Empfangssignals, welche eine Verschlechterung der Bit-Fehlerrate bezogen auf einen vorgegebenen Signal-zu-Rausch-Abstand des empfangenen Signals zur Folge hat. Im Sendesystem verursacht ein Phasenfehler eine Verzerrung der Signalform, welche eine Verminderung der spektralen Reinheit des Sendesignals zur Folge hat.

Wird ein höherstufiges Modulationsalphabet verwendet, erhöhen sich in beiden Fällen die nachteiligen Auswirkungen der genannten Effekte, weil die Anforderungen an die Winkelgenauigkeit der Signaldetektion bzw. Signalerzeugung zunehmen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, welches es ermöglicht, in einem Empfangs- und/oder Sendesystem mit I- und Q-Signalverarbeitungszweigen mit guter Genauigkeit eine Phasendifferenz von  $90^\circ$  aufrecht zu erhalten. Ferner zielt die Erfindung darauf ab, ein mit guter Genauigkeit diese Bedingung erfüllendes Empfangs- und/Sendesystem mit I- und Q-Signalverarbeitungszweigen zu schaffen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabenstellung wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Gemäß Anspruch 1 werden phasenkorrigierte I- und Q-Signalkomponenten in einem digitalen Signalverarbeitungsabschnitt der I- und Q-Signalverarbeitungszweige berechnet. Durch die Phasenkorrektur im digitalen Signalverarbeitungsabschnitt

5 kann eine genaue und von Umwelteinflüssen oder Drifts unabhängige Einstellung der Phasenlage der I- und Q-Signalkomponenten auf die gewünschte Phasendifferenz von  $90^\circ$  erreicht werden.

10 Vorzugsweise erfolgt die Berechnung der phasenkorrigierten I- und Q-Signalkomponenten gemäß

$$\begin{bmatrix} I(\Delta\phi) \\ Q(\Delta\phi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\Delta\phi / 2) & -\sin(\Delta\phi / 2) \\ -\sin(\Delta\phi / 2) & \cos(\Delta\phi / 2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ Q \end{bmatrix}$$

15 oder einer Näherung dieser Gleichung, wobei I und Q die Phasenfehler-behafteten I- und Q-Signalkomponenten,  $I(\Delta\phi)$  und  $Q(\Delta\phi)$  die Phasenfehler-kompensierten I- und Q-Signalkomponenten und  $\Delta\phi$  der für die Korrektur verwendete Phasenfehler sind.

20

Durch die in dieser Gleichung angegebene Rotationsmatrix wird eine Phasendifferenz von  $90^\circ + \Delta\phi$  auf rechnerischem Wege in die gewünschte Phasendifferenz von  $90^\circ$  transformiert.

25 Da in der Regel nur Phasenfehler  $\Delta\phi < 10^\circ$  zu berücksichtigen sind, wird eine implementierungsgünstigere Verfahrensvariante durch die in Anspruch 3 angegebene approximative Berechnung erreicht. Der Vorteil liegt daran, dass eine Berechnung der Winkelfunktionen  $\cos(\cdot)$  bzw.  $\sin(\cdot)$  entfällt.

30

Die Ermittlung des für die Korrektur verwendeten Phasenfehlers  $\Delta\phi$  kann auf verschiedene Weise erfolgen. Nach einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann der Ermittlung des Phasenfehlers  $\Delta\phi$  ein statistisches Verfahren, basierend auf Messungen der Phasenfehler  
35 einer Vielzahl von Hochfrequenzstufen, zugrundeliegen. Bei-

spielsweise wird der Phasenfehler  $\Delta\phi$  als Mittelwert sämtlicher gemessener Phasenfehler einer bestimmten Menge (z.B. Liefermenge oder Charge) von Hochfrequenzstufen für den Bau von Empfangs- und/oder Sendesystemen mit der erfindungsgemäßen Korrekturmöglichkeit ermittelt. Der auf diese Weise bestimmte Phasenfehler  $\Delta\phi$  wird dann in das entsprechende Berechnungsmittel zur Durchführung der Phasenkorrektur einprogrammiert. Diese Vorgehensweise ist vorteilhaft, wenn bei der Herstellung oder Montage der Hochfrequenzstufen eine systematische mittlere Abweichung von der gewünschten 90°-Phasendifferenz zwischen dem I- und Q-Signalverarbeitungszweig auftritt und die Standardabweichung der entsprechenden Verteilung verhältnismäßig klein ist.

Eine andere, ebenfalls bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kennzeichnet sich durch die Ermittlung eines Wertes für den für die Korrektur verwendeten Phasenfehler  $\Delta\phi$  durch eine Messung des Phasenfehlers bei einer bestimmten Hochfrequenzstufe, und die Programmierung des auf diese Weise ermittelten Phasenfehlers  $\Delta\phi$  in das mit dieser bestimmten Hochfrequenzstufe ausgerüstete Empfangs- und/oder Sendesystem. Auf diese Weise wird in jedem Sende- und/oder Empfangssystem eine gezielte und individuelle Einzelkorrektur des Phasenfehlers vorgenommen.

Vorzugsweise ist ein erfindungsgemäßes Empfangs- und/oder Sendesystem in einem Mobilfunkempfänger enthalten.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Sendeeinrichtung einer Mobilstation nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Empfangseinrichtung einer Mobilstation nach dem Stand der Technik;

Fig. 3 eine Darstellung eines äquivalenten Basisbandsignals in der komplexen Ebene für einen Phasenfehler  $\Delta\phi = 0^\circ$ ;

5 Fig. 4 eine Darstellung des äquivalenten Basisbandsignals in der komplexen Ebene für einen Phasenfehler  $\Delta\phi = 5^\circ$ ;

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Sendeeinrichtung mit digitaler Phasenkorrektur;

10

Fig. 6 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Empfangseinrichtung mit digitaler Phasenkorrektur; und



Fig. 7 das Basisbandsignal für einen Phasenfehler  $\Delta\phi = 5^\circ$  nach der erfindungsgemäßen Phasenkorrektur.

15

Fig. 1 zeigt den Signalverarbeitungspfad einer herkömmlichen Sendeeinrichtung, welche beispielsweise in Mobiltelefonen Anwendung findet. Unter Implementierungsgesichtspunkten setzt sich der Sendesignalpfad aus einem ersten Abschnitt 1, welcher in Form eines Basisband-Chips realisiert ist, und einem zweiten Abschnitt 2, welcher in Form eines Hochfrequenz-Chips vorliegt, zusammen.

20



25

Ein auf eine Datenquelle (z.B. Sprache) zurückgehendes, bereits modulierte Datensignal wird mittels zweier digitaler Signalprozessoren DSP1 und DSP2 getrennt für den I- und den Q-Zweig einer Signalvorverarbeitung (üblich sind Ratenkonvertierungs- und Interpolationsschritte) unterzogen. Die auf diese Weise erzeugten I- und Q-Signalkomponenten des modulierten Signals werden in Digital-zu-Analog Umsetzern DAC1 und DAC2 jeweils in analoge Basisbandsignale umgesetzt. An die Signalumsetzung schließt sich eine Tiefpassfilterung mittels der Tiefpassfilter LPF1 bzw. LPF2 an. Die modulierten, analogen und tiefpassgefilterten I- und Q-Signalkomponenten werden über das sogenannte I/Q-Interface zur Trägersignalumsetzung in den Hochfrequenz-Signalverarbeitungsabschnitt 2

30

35



eingegeben. Die Trägersignalumsetzung geschieht dort durch das Hochmischen der analogen I- und Q-Signalkomponenten in Mischern M1 und M2 unter Verwendung von zwei idealerweise um 90° phasenverschobenen Trägern. Die in den Mischern M1 und M2 erzeugten modulierten Trägersignale werden in einer Summationsstufe S einander überlagert und als Hochfrequenzsignal über eine Antenne (nicht dargestellt) abgestrahlt.

Die in Fig. 2 gezeigte herkömmliche Empfangseinrichtung führt im wesentlichen eine inverse Signalverarbeitung durch. Unter Implementierungsaspekten kann die Empfangseinrichtung in denselben beiden Chips (HF-Chip und Basisband-Chip) wie die Sendeeinrichtung realisiert sein, wobei in Fig. 2 die entsprechenden Signalverarbeitungsabschnitte 1' und 2' des Empfangspfads innerhalb der jeweiligen Chips dargestellt sind.

Dieselben oder vergleichbare Teile wie in Fig. 1 werden in Fig. 2 mit denselben Bezugszeichen bezeichnet. Das über eine (nicht dargestellte) Antenne empfangene modulierte Trägersignal wird mittels der Mischer M1 und M2 in das Basisband oder auf eine Zwischenfrequenzlage heruntergemischt. Die Mischer M1, M2 werden zu diesem Zweck wiederum durch zwei orthogonale Träger betrieben, welche mittels eines Phasenschiebers PS aus einem einzigen Träger generiert werden. Die von dem Phasenschieber PS bewirkte Phasenverschiebung beträgt auch hier im Idealfall 90°.

Die von den Mischern M1 und M2 erzeugten I- und Q-Signalkomponenten werden in analogen Tiefpassfiltern LPF3, LPF4 jeweils einer Tiefpassfilterung unterzogen und anschließend über die I/Q-Schnittstelle (durch die in Fig. 2 dargestellte Trennlinie zwischen den Abschnitten 1' und 2' angedeutet) dem Signalverarbeitungsabschnitt 1' im Basisband-Chip zugeleitet. Dort werden die I-Signalkomponente mittels eines Analog-zu-Digital Umsetzers ADC1 und die Q-Signalkomponente mittels eines Analog-zu-Digital Umsetzers ADC2 in Digitalsignale umge-

setzt. Eine weitere Kanalfilterung wird durch zwei separate digitale Filter DF1 und DF2 gewährleistet.

Weicht die Phasendifferenz der zwei den Mischstufen M1, M2 zugeordneten Trägern um einen Betrag  $\Delta\phi$  von der gewünschten 90°-Phasendifferenz ab, so ergibt sich eine resultierende Phasendifferenz von  $90^\circ + \Delta\phi$  beim Herauf- bzw. Heruntermischen des Sende- bzw. Empfangssignals.  $\Delta\phi$  wird dabei als Phasenfehler bezeichnet. Der Phasenfehler  $\Delta\phi$  kann durch den Phasenschieber PS, aber auch durch andere nicht dargestellte Signalverarbeitungselemente oder Einflußgrößen in den dargestellten Sende- bzw. Empfangseinrichtungen hervorgerufen werden.

In Fig. 3 ist für ein reines Sinusträgersignal die I-Signalkomponente über der Q-Signalkomponente für den Fall  $\Delta\phi = 0^\circ$  aufgetragen. Es werden beliebige Einheiten verwendet. Ohne Phasenfehler wird das Sinusträgersignal exakt auf einen komplexen Sinus (Einheitskreis) abgebildet, siehe Fig. 3.

Fig. 4 zeigt eine der Fig. 3 entsprechende Darstellung bei einem Phasenfehler  $\Delta\phi = 5^\circ$ . Aufgrund der jetzt nicht mehr vorhandenen Orthogonalität der Trägersignale erhält man für die I- und Q-Signalkomponenten gegenseitige Störanteile, die zu einer Verformung des Signals führen, welche sich in einer Abweichung von der Kreisform bemerkbar macht.

Wie bereits erwähnt, wirkt sich eine derartige Signalstörung sowohl in der Sende- als auch der Empfangsrichtung nachteilig auf das Gesamtübertragungsverhalten aus. Ein Phasenfehler  $\Delta\phi$  in Empfangsrichtung verursacht eine Störung des Empfangssignals, welche zu einer Erhöhung der Bit-Fehlerrate (bei festem Signal-zu-Rausch-Verhältnis) führt. In der Sendeeinrichtung wird die Reinheit des Sendesignals durch die dargestellte Verzerrung beeinträchtigt.

Die Fig. 5 und 6 zeigen Sende- bzw. Empfangseinrichtungen, in welchen auf erfindungsgemäße Weise eine Korrektur des Phasenfehlers im digitalen Signalverarbeitungsbereich vorgenommen wird. Zur Vermeidung von Wiederholungen bei der Beschreibung der erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele wird auf die Beschreibung zu den Fig. 1 und 2 verwiesen, welche für die erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele gültig bleibt. Der wesentliche Unterschied zwischen den in den Fig. 1 und 5 dargestellten Sendeeinrichtungen besteht darin, dass in den Signalwegen zwischen den digitalen Signalprozessoren DSP1, DSP2 und den Digital-zu-Analog-Umsetzern DAC1, DAC2 eine Phasenkorrekturstufe PC vorgesehen ist. Der entsprechende Signalverarbeitungsabschnitt im Basisband-Chip wird mit dem Bezugszeichen 10' bezeichnet. In analoger Weise besteht der wesentliche Unterschied zwischen den in der Fig. 2 und der Fig. 6 dargestellten Empfangseinrichtungen darin, dass sich vorzugsweise im Signalweg hinter den digitalen Filtern DF1, DF2 eine Phasenkorrekturstufe PC anschließt, wobei hier der geänderte Signalverarbeitungsabschnitt im Basisband mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist.

Die in den Signalverarbeitungsabschnitten 10 und 10' verwendeten Phasenkorrekturstufen PC können baugleich sein. Im folgenden wird ihre Wirkungsweise erläutert:

Ein im äquivalenten Basisband vorhandener Phasenfehler kann durch die folgende Matrizenoperation modelliert werden:

$$\begin{bmatrix} I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\Delta\phi / 2) & \sin(\Delta\phi / 2) \\ \sin(\Delta\phi / 2) & \cos(\Delta\phi / 2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_0 \\ Q_0 \end{bmatrix}$$

Dabei bezeichnen  $I_0$  und  $Q_0$  Trägersignale mit der optimalen Phasendifferenz von  $90^\circ$ , und  $I$  und  $Q$  bezeichnen die Phasenfehler-behafteten I- und Q-Signalkomponenten.

Dieser Phasenfehler  $\Delta\phi$  wird nun im Empfangspfad und/oder auch im Sendepfad durch die folgende Matrizenoperation idealerweise wieder vollständig rückgängig gemacht.

$$5 \quad \begin{bmatrix} I(\Delta\phi) \\ Q(\Delta\phi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\Delta\phi / 2) & -\sin(\Delta\phi / 2) \\ -\sin(\Delta\phi / 2) & \cos(\Delta\phi / 2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ Q \end{bmatrix}$$

Diese Berechnungsvorschrift wird von der Phasenkorrekturstufe PC ausgeführt. Eine (theoretisch) exakte Korrektur des Phasenfehlers ist in den meisten Fällen jedoch nicht erforderlich. Durch Anwendung einer approximierten Derotationsmatrix gemäß der Gleichung

$$\begin{bmatrix} I(\Delta\phi) \\ Q(\Delta\phi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \Delta\phi / 2 & -\Delta\phi / 2 \\ -\Delta\phi / 2 & 1 - \Delta\phi / 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ Q \end{bmatrix}$$

15 wird eine digitale Phasenkorrektur mit wesentlich geringerem Rechenaufwand realisiert. Dies gilt sowohl für die Phasenkorrekturstufe PC in der Sendeeinrichtung als auch für die Phasenkorrekturstufe PC in der Empfangseinrichtung.

20 Die Bestimmung des in der Phasenkorrekturstufe PC anzuwendenden Phasenfehlers  $\Delta\phi$  kann auf verschiedene Weise erfolgen. Eine erste Möglichkeit besteht darin, dass der zu korrigierende Phasenfehler  $\Delta\phi$  einmalig bestimmt und im Rahmen der Erstmontage des Gerätes in die Phasenkorrekturstufe PC programmiert wird. Das Gerät ist dann für den weiteren Betrieb Phasenfehler-kompensiert. Die Bestimmung des Phasenfehlers  $\Delta\phi$  kann dabei gerätebezogen durch eine Messung des in dem jeweiligen Gerät tatsächlich auftretenden Phasenfehlers  $\Delta\phi$  oder auch auf statistische Weise anhand einer Messung der  
 25 Phasenfehler einer Vielzahl von Geräten gleicher Bauart oder  
 30 Serie ermittelt werden.

Darüber hinaus kann ein Nachstellen des Phasenfehlers  $\Delta\phi$  auch im Rahmen einer Überprüfung oder Wartung des Gerätes durchgeführt werden, und es ist ebenfalls denkbar, dass der Phasen-

fehler  $\Delta\phi$  während des Betriebs des Gerätes mittels einer in dem Gerät integrierten Messeinrichtung wiederholt bestimmt und aktualisiert wird.

- 5 Fig. 7 zeigt eine den Fig. 3 und 4 vergleichbare Darstellung der Phasenbeziehung zwischen der I- und der Q-Signalkomponente des Basisbandsignals nach Vorname einer erfindungsgemäßen Phasenfehlerkompensation. Der Darstellung liegt ein Basisbandsignal mit einem Phasenfehler von  $\Delta\phi = 5^\circ$  zugrunde,
- 10 wie es ohne Verwendung der erfindungsgemäßen Phasenfehler-Kompensationsstufe PC in Fig. 4 dargestellt ist. Ein Unterschied zum idealen komplexen Sinus-Signal mit einer Phasendifferenz von exakt  $90^\circ$  ist nicht zu erkennen, vergleiche Fig. 3.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation eines Phasenfehlers in einem  
Empfangs- und/oder Sendesystem mit I- und Q-Signalverar-  
5 beitungszweigen,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h den Schritt:  
Berechnen von phasenkorrigierten I- und Q-Signalkomponenten  
in einem digitalen Signalverarbeitungsabschnitt der I- und Q-  
Signalverarbeitungszweige.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Berechnung gemäß

$$15 \begin{bmatrix} I(\Delta\phi) \\ Q(\Delta\phi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\Delta\phi / 2) & -\sin(\Delta\phi / 2) \\ -\sin(\Delta\phi / 2) & \cos(\Delta\phi / 2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ Q \end{bmatrix}$$

oder einer Näherung dieser Gleichung erfolgt, wobei I und Q  
die Phasenfehler-behafteten I- und Q-Signalkomponenten,  $I(\Delta\phi)$   
und  $Q(\Delta\phi)$  die Phasenfehler-kompensierten I- und Q-Signal-  
20 komponenten und  $\Delta\phi$  der für die Korrektur verwendete Phasen-  
fehler ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
25 dass die Berechnung gemäß

$$\begin{bmatrix} I(\Delta\phi) \\ Q(\Delta\phi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \Delta\phi / 2 & -\Delta\phi / 2 \\ -\Delta\phi / 2 & 1 - \Delta\phi / 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ Q \end{bmatrix}$$

erfolgt.

30

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
g e k e n n z e i c h n e t durch die Schritte:  
- Ermitteln eines Wertes für den für die Korrektur verwende-  
ten Phasenfehler  $\Delta\phi$  durch ein statistisches Verfahren ba-

sierend auf Messungen der Phasenfehler einer Vielzahl von Hochfrequenzstufen; und

- Programmieren des auf diese Weise ermittelten Phasenfehlers  $\Delta\phi$  in das Empfangs- und/oder Sendesystem.

5

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Schritte

- Ermitteln eines Wertes für den für die Korrektur verwendeten Phasenfehler  $\Delta\phi$  durch eine Messungen des Phasenfehlers einer bestimmten Hochfrequenzstufe; und
- Programmieren des auf diese Weise ermittelten Phasenfehlers  $\Delta\phi$  in das mit dieser bestimmten Hochfrequenzstufe ausgerüstete Empfangs- und/oder Sendesystem.

10

- 15 6. Empfangs- und/oder Sendesystem mit I- und Q-Signalverarbeitungszweigen, gekennzeichnet durch ein in einem digitalen Signalverarbeitungsabschnitt der I- und Q-Signalverarbeitungszweige vorgesehenes Berechnungsmittel (PC), welches eine Phasenkorrektur der I- und Q-Signalkomponenten durchführt.

20

7. Empfangs- und/oder Sendesystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

- 25 dass das Berechnungsmittel (PC) ausgelegt ist, die Berechnung gemäß

$$\begin{bmatrix} I(\Delta\phi) \\ Q(\Delta\phi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\Delta\phi / 2) & -\sin(\Delta\phi / 2) \\ -\sin(\Delta\phi / 2) & \cos(\Delta\phi / 2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ Q \end{bmatrix}$$

- 30 oder einer Näherung dieser Gleichung durchzuführen, wobei I und Q die Phasenfehler-behafteten I- und Q-Signalkomponenten,  $I(\Delta\phi)$  und  $Q(\Delta\phi)$  die Phasenfehler-kompensierten I- und Q-Signalkomponenten und  $\Delta\phi$  der für die Korrektur verwendete Phasenfehler sind.

35

- 8. Empfangs- und/oder Sendesystem nach Anspruch 7,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Berechnungsmittel (PC) ausgelegt ist, die Berechnung  
gemäß

$$5 \quad \begin{bmatrix} I(\Delta\phi) \\ Q(\Delta\phi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \Delta\phi / 2 & - \Delta\phi / 2 \\ - \Delta\phi / 2 & 1 - \Delta\phi / 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ Q \end{bmatrix}$$

durchzuführen.

9. Empfangs- und/oder Sendesystem nach einem der Ansprüche 6  
10 bis 8,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Berechnungsmittel (PC) ausgelegt ist, die Berechnung  
nach dem CORDIC-Algorithmus durchzuführen.
- 15 10. Mobilfunkempfänger, enthaltend ein Empfangs- und/oder  
Sendesystem nach einem der Ansprüche 6 bis 9.



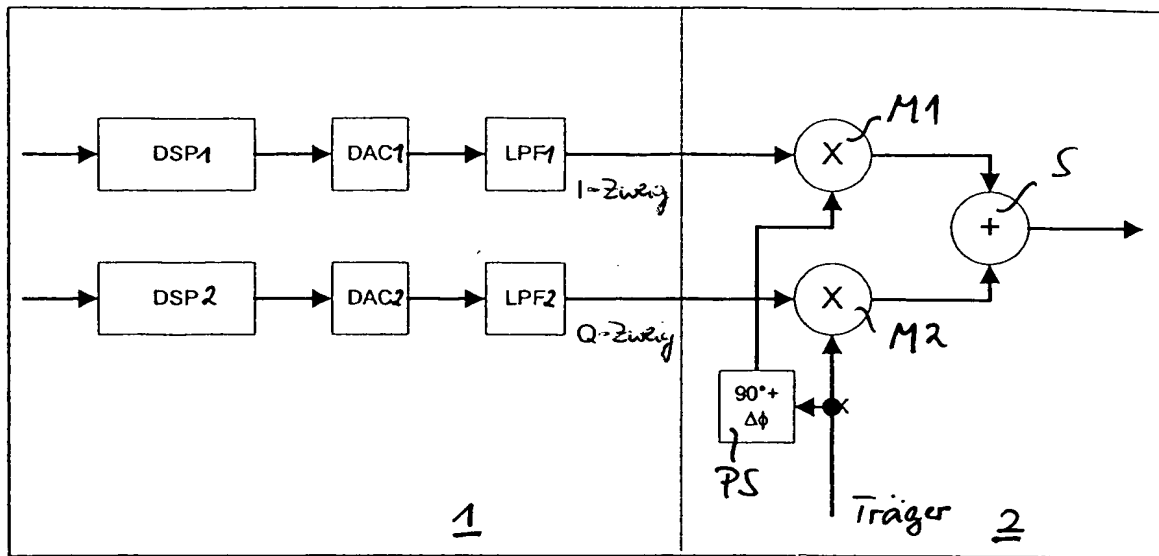
## Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Kompensation eines Phasenfeh-  
lers eines Empfangs- und/oder Sendesystems mit I/Q-Schnitt-  
5 . stelle

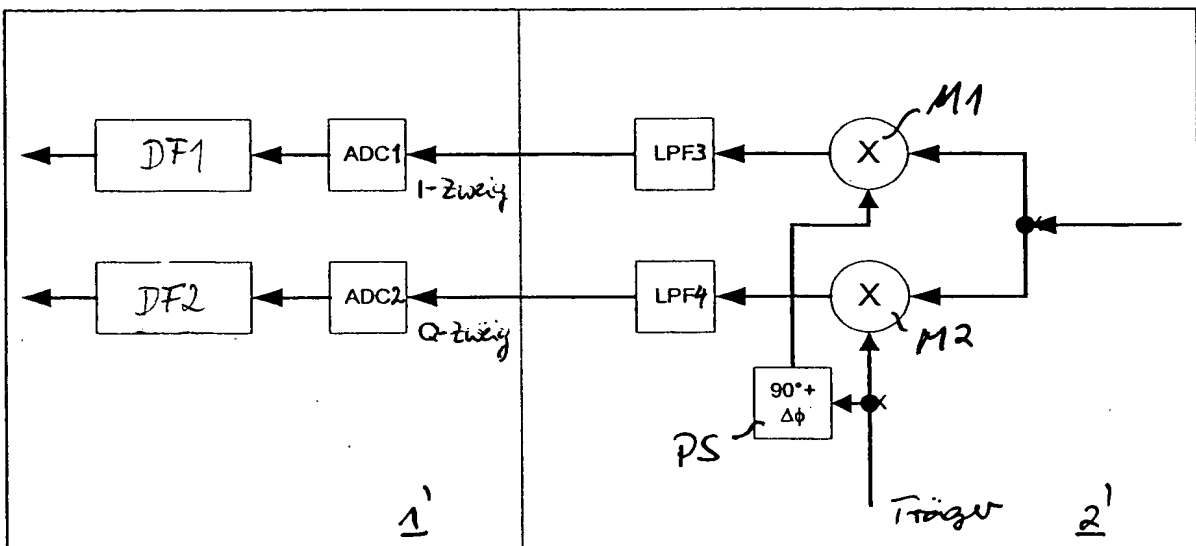
Bei einem Verfahren zur Kompensation eines Phasenfehlers in  
einem Empfangs- und/oder Sendesystem mit I- und Q-Verarbei-  
tungszweigen werden in einer Berechnungsstufe (PC) eines di-  
10 gitalen Signalverarbeitungsabschnitts (10') der I- und Q-  
Signalverarbeitungszweige phasenkorrigierte I- und Q-  
Signalkomponenten berechnet.

(Fig. 5)

1/4



(Stand der Technik) Fig. 1



(Stand der Technik) Fig. 2

2/4

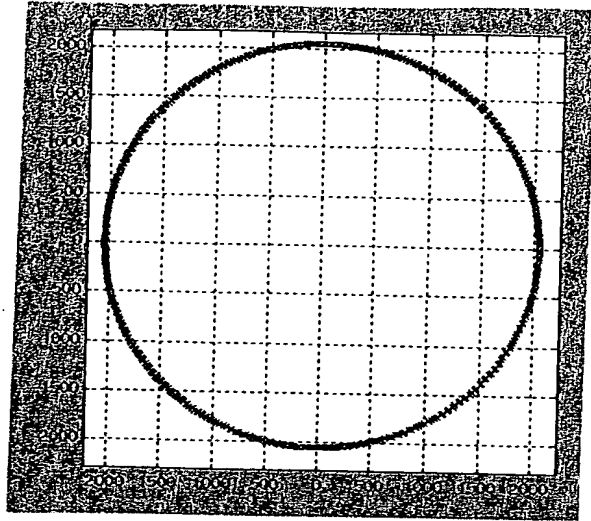


Fig. 3

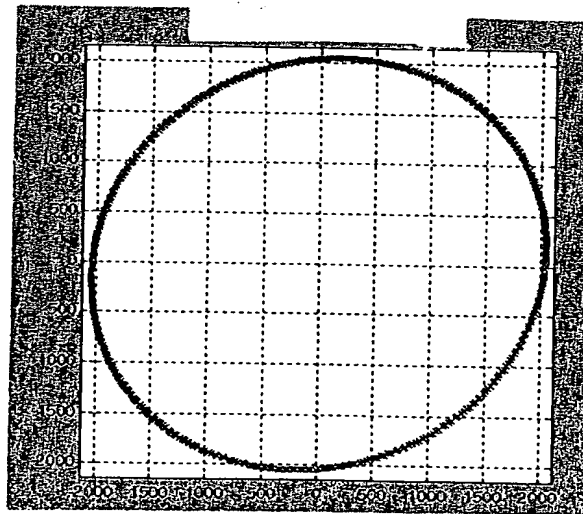


Fig. 4

3/4

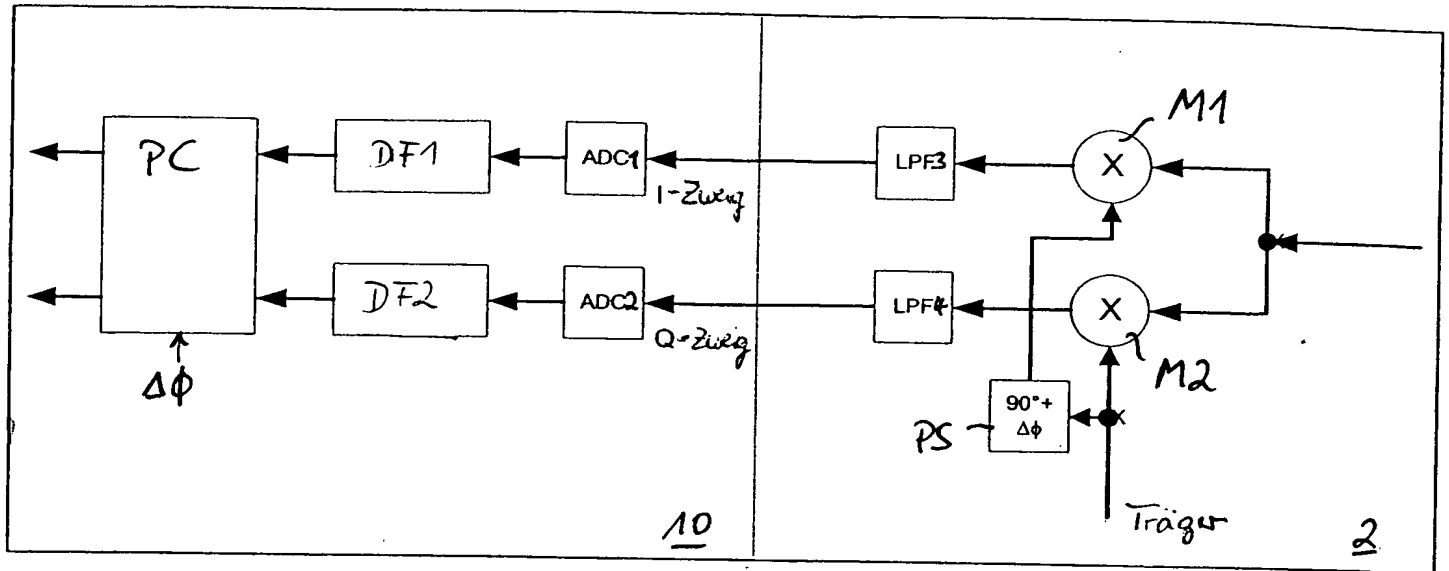


Fig. 6

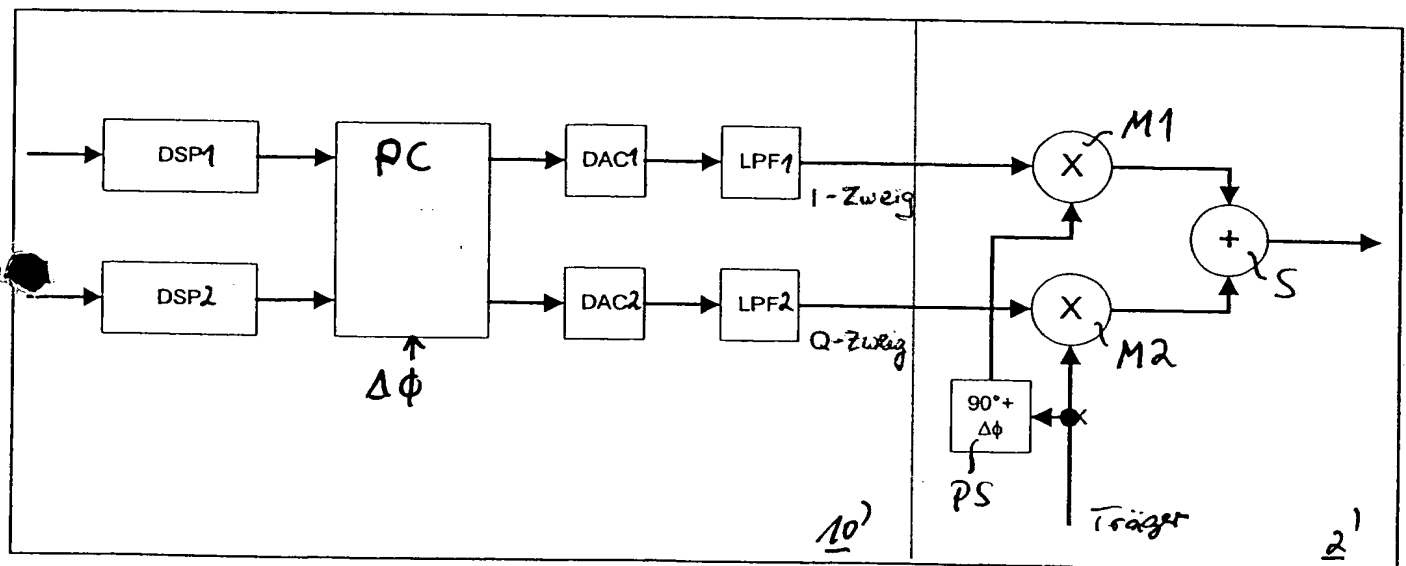


Fig. 5

4/4

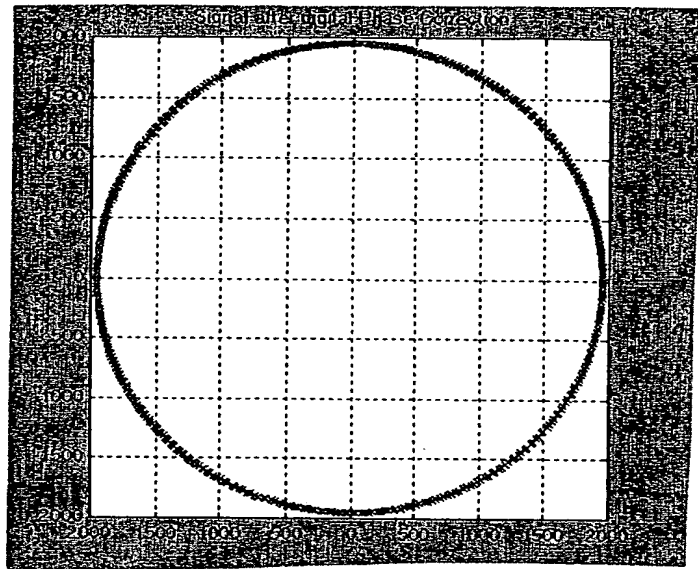


Fig. 7

3/4

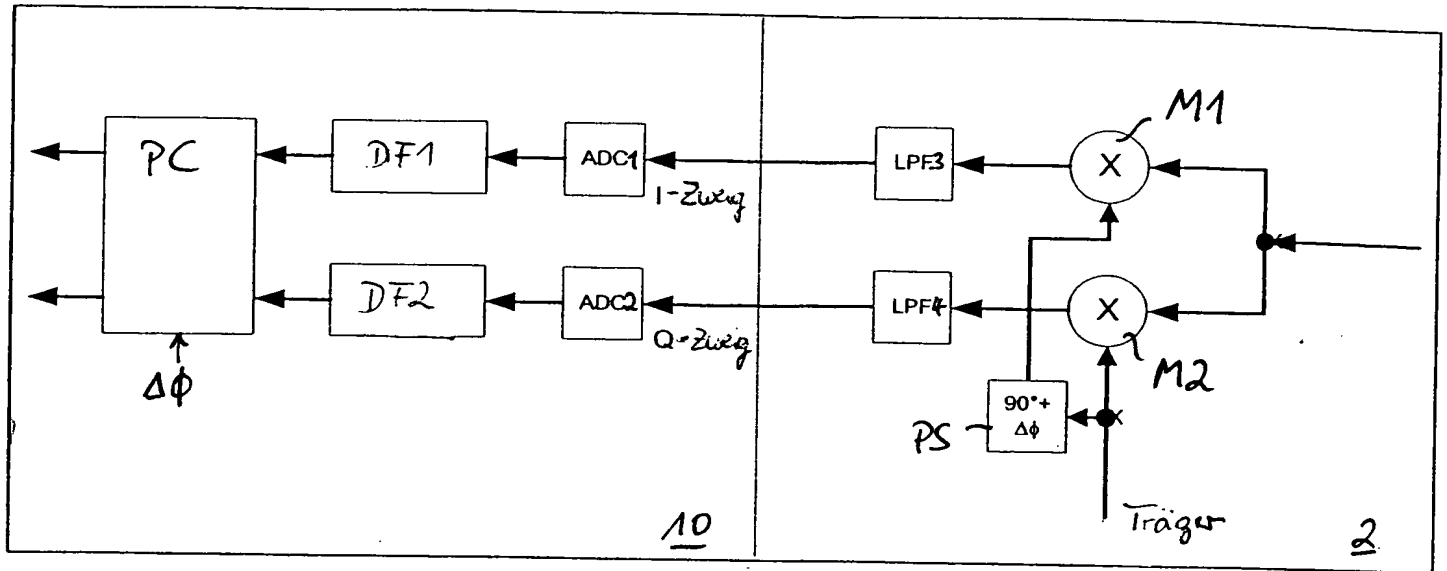


Fig. 6

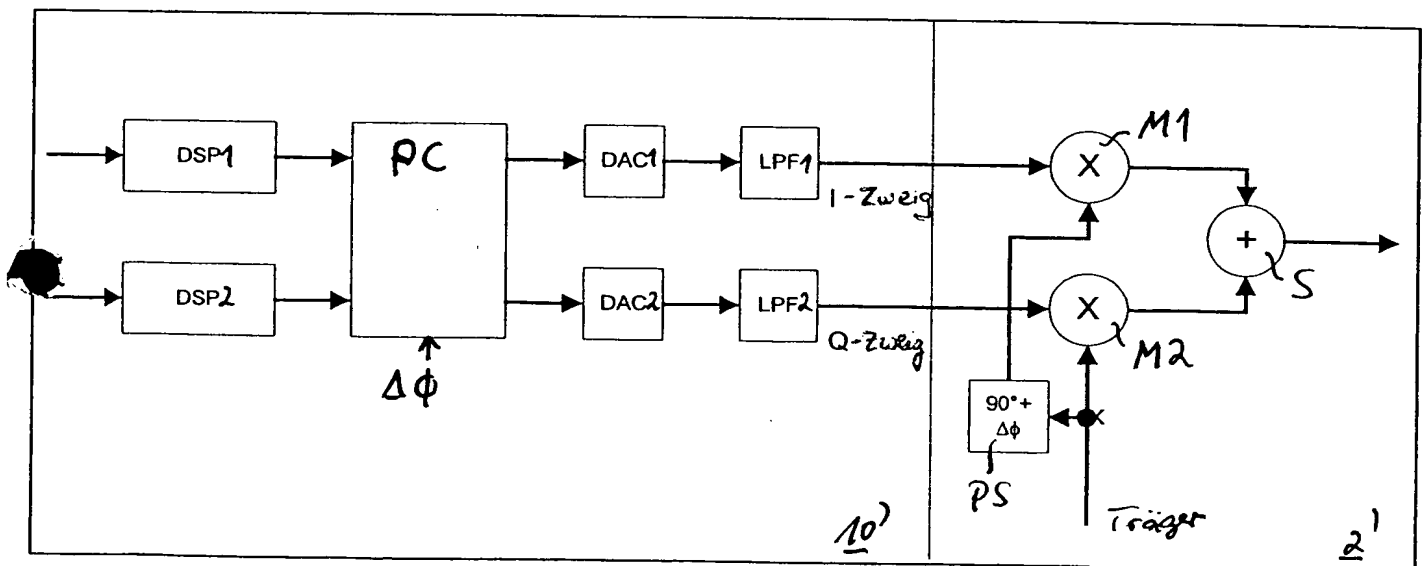


Fig. 5